

ESTIMASI CURAH HUJAN DATA SATELIT GEOSTASIONER DAN ORBIT POLAR DIBANDINGKAN DENGAN DATA STASIUN HUJAN

Karendra Harsita
Karendraharsita@hotmail.com

Drs. Retnadi Heru Jatmiko, M.Sc

Abstract

This research used blended satellite which are geostationary satellite (MTSAT-1R) and TRMM Microwave Imager (TMI). The relationship analysis between the brightness temperature from MTSAT-1R and the rainfall from TMI have been conducted in this research. There is a relation between brightness temperature and rainfall. Decreasing of brightness temperature is comparable by increasing of precipitation. In the modified exponential regression between two variable, the equation is formed Rainfall estimation = $a.e(b/\text{cloud brightness temperature})$ with determination coefficient 0,71. Then, this modification is used to estimate the precipitation. he results show that there is still overestimate the rainfall data for estimation of measurement data station. Temperature affects the rain intensity is inversely proportional to the measured rainfall and the height is proportional to the intensity of rain

Keywords: rainfall, brightness temperature, MTSAT-1R, TRMM Microwave Imager

Abstrak

Penelitian ini memanfaatkan data satelit geostasioner (MTSAT-1R) dan gelombang mikro TRMM Microwave Imager (TMI). Analisis diutamakan pada nilai suhu kecerahan awan yang didapat dari MTSAT-1R dan rain rate (laju hujan) dari TMI pada waktu yang sama di wilayah kajian (DIY). Analisis data menunjukkan semakin menurunnya suhu kecerahan maka laju hujan semakin meningkat. Hubungan tersebut direpresentasikan dalam bentuk persamaan regresi modifikasi eksponensial, yaitu Curah Hujan Dugaan = $a.e(b/\text{suhu kecerahan awan})$ dengan koefisien determinasi 0,71. Hasil menunjukkan bahwa masih terjadi overestimate antara data curah hujan estimasi terhadap data pengukuran stasiun. Suhu berbanding terbalik mempengaruhi intensitas hujan hujan yang diukur dan ketinggian berbanding lurus dengan intensitas hujan

Kata kunci: Curah Hujan, Suhu Kecerahan Awan, MTSAT-1R, TRMM

PENDAHULUAN

Perolehan data cuaca sekarang ini dapat diperoleh dengan penginderaan jauh. Perkembangan perolehan data spasial permukaan bumi salah satunya perolehan

data suhu permukaan bumi berupa suhu awan menggunakan gelombang inframerah dan data lainnya seperti intensitas hujan dengan menggunakan gelombang micro dengan wahana satelit penginderaan jauh.

Kummerow et al., 1998. menyatakan TRMM merupakan satelit dengan saluran *microwave*, visibel dan inframerah yang memonitoring fenomena atmosfer seperti mengamati volume awan yang menghasilkan hujan di daerah sub-tropis dan tropis namun tidak dapat memonitoring keadaan secara global. Satelit ini berorbit secara geostasioner yaitu orbitnya memiliki jalur memutar dari kutub-ke kutub, dikarenakan orbitnya yang geostasioner maka resolusi temporalnya sangat rendah.

Satelit MTSAT merupakan satelit penginderaan jauh yang wahannya memiliki sensor visibel dan inframerah yang memonitoring fenomena atmosfer berupa suhu permukaan awan dan suhu tengah awan. Panjang gelombang inframerah dari MTSAT dapat menembus permukaan awan dengan panjang gelombang tertentu juga memonitoring awan yang mengandung uap air. Untuk saluran visibel dari satelit ini untuk memonitoring awan berdasarkan albedonya. (Kidder and Thomas, 1995). Orbit satelit ini adalah polar sehingga memiliki resolusi temporal yang sangat bagus dan sesuai untuk pengamatan awan yang selalu bergerak dan berubah-ubah.

Estimasi curah hujan menggunakan satelit TRMM dan MTSAT merupakan sarana untuk memperoleh data hujan yang tidak dibatasi oleh satuan alat seperti penakar hujan. Liputan dari satelit ini dapat mencakup daratan maupun lautan. Hasil dari estimasi hujan dapat disajikan dalam skala temporal yang relatif sangat baik yaitu dapat menyajikan data hujan per jam.

Data hujan dari alat penakar hujan di lapangan merupakan alat baku yang digunakan untuk mempresentasikan data kenampakan hujan di suatu daerah. Data hujan yang dihasilkan berupa data hujan per stasiun hujan dan disajikan dalam

bentuk peta dengan metode tertentu. Relief permukaan bumi yang bergelombang perbedaan ketinggian akan mempengaruhi suhu permukaan bumi dimungkinkan juga akan mempengaruhi jumlah curah hujan.

Tujuan dari penelitian ini : Mengetahui penggunaan data satelit TRMM dan MTSAT untuk dapat memperoleh data hujan. 2). Mengetahui perbandingan estimasi hujan satelit TRMM dan MTSAT dengan data hujan di stasiun hujan. 3). Mengetahui pengaruh variasi dari ketinggian dan suhu terhadap data hujan.

METODE PENELITIAN

2.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan meliputi:

a. Studi Pustaka.

Pencarian informasi tentang penginderaan jauh atmosferan yang berkaitan dengan hujan, buku-buku, jurnal, dan penelitian yang berkaitan dengan tema untuk menunjang jalannya penelitian.

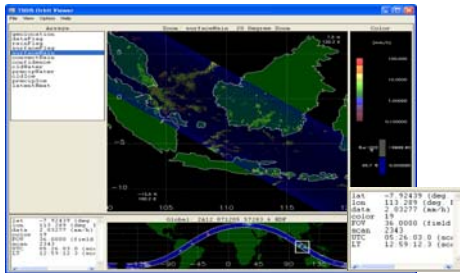
b. Pengumpulan Data

Data sekunder yang dibutuhkan berupa data meteorologis dari instansi terkait. Data primer : Citra penginderaan jauh berupa data citra MTSAT dengan mengunduh di <http://webgms.iis.u-tokyo.ac.jp/>. Data citra TRMM diperoleh dengan mengunduh di http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/data/datapool/TRMM_DP/01_Data_Products/01_Orbital/05_Tmi_Prof_2A_12/.

2.2 Tahap pengolahan

a. Pengolahan Data TRMM

Melakukan seleksi lokasi untuk data TRMM sesuai dengan data perekaman pada data MTSAT dengan menggunakan Orbit view sesuai lokasi penelitian



Pengolahan data TRMM menghasilkan data titik lokasi dengan data intensitas hujan. MTSAT yang berformat raster, maka peta titik ini harus dikonversi menjadi peta titik dengan format raster.

b. Pengolahan Data MTSAT

Pengolahan data MTSAT diperlukan 2 saluran yang berbeda dari 5 saluran yang dimiliki oleh satelit tersebut. Saluran tersebut digunakan untuk mengetahui suhu dari nilai kecerahan yang ada dalam data satelit. Data yang digunakan berupa saluran IR1 dan IR3 untuk mendapatkan nilai yang digunakan dengan standart rata-rata variabel tiap data adalah suhu sama dengan % K (Maathuis, 2008).

IR1 dengan pengolahan menggunakan ILWIS berupa dengan mengetikkan pada command line di ILWIS :

$$IR1x := IR1 / 100$$

Dengan cara yang sama lakukan untuk citra IR3, yaitu:

$$IR3x := IR3 / 100$$

Citra awan yang berpotensi hujan dibuat dengan melakukan operasi pengurangan berdasarkan kedua citra tersebut. Jika selisih suhu kecerahan kurang dari 11^0 Kelvin maka pixel yang bersangkutan dianggap berpotensi hujan (Kidder, dkk dalam Maathuis 2008).

$$Pcloud := iff(IR1x - IR3x < 11, 1, 0)$$

c. Penggabungan data MTSAT dan TRMM

Penggabungan citra MTSAT dan TRMM dengan penyilangan (*crossing*) data tabel MTSAT berupa suhu kecerahan dan TRMM berupa intensitas hujan. Kualitas hubungan antara suhu kecerahan dan intensitas hujan ditentukan dari kondisi perekaman dari citra MTSAT dan TRMM yang ber-kolokasi. Jika obyek awan yang terekam oleh kedua citra tersebut tidak bergeser terlalu jauh akibat dinamika atmosfer ataupun pergeseran paralaks karena sudut perekaman yang berbeda maka pada umumnya akan menghasilkan korelasi yang tinggi

Dalam hal ini pendekatan yang digunakan untuk memperbaiki korelasi adalah dengan teknik perataan (*averaging*) (Maathuis, 2008).

$$y = ae^{b/x}$$

d. Transformasi Data Hujan Transformasi Data MTSAT Runtun Waktu.

Proses transformasi citra suhu kecerahan MTSAT menjadi citra yang berisi informasi estimasi curah hujan. Citra awan yang berpotensi hujan, yang sudah dibuat pada proses sebelumnya. Bentuk pengandaian yang digunakan disini menunjukkan bahwa proses kalkulasi untuk estimasi hujan hanya dilakukan pada pixel yang berpotensi hujan. Untuk pixel yang tidak memiliki nilai (*undefined pixel*) tidak dilakukan proses perhitungan dan tetap menghasilkan nilai *undefined*.

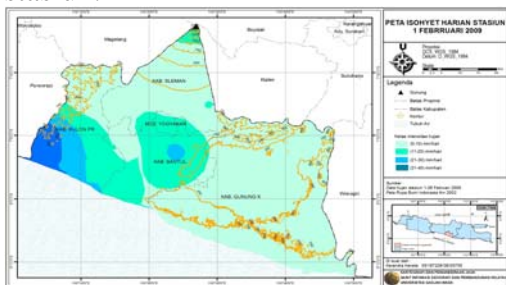
$$Hujan := iff(pcloud = 1, 1.211831E-011 * 2.71828182^{(6996.8565/IR1x)}, 0)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

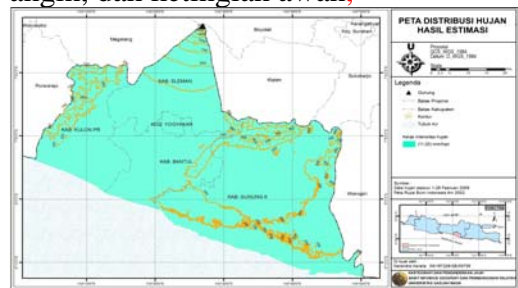
Perbandingan data hasil estimasi dan pengukuran lapangan pada lokasi

yang berbeda menghasilkan pola yang berbeda diasumsikan adanya perbedaan antara variable cuaca yang mempengaruhi curah hujan permukaan bumi dan variable cuaca yang mempengaruhi curah hujan di atmosfer. Variabel yang mempengaruhi jumlah curah hujan yang ada di muka bumi disebabkan oleh beberapa fenomena seperti ketinggian tempat, suhu muka permukaan, penutupan lahan dan untuk fenomena atmosfer disebabkan oleh beberapa fenomena yang sama seperti suhu atmosfer, fenomena awan dikarenakan pergerakan oleh dorongan angin, kelembapan dll.

Hasil perolehan data estimasi hujan dan data hujan lapangan hasil pengukuran data stasiun hujan dapat dibandingkan pola dari jumlah hujan yang turun setiap harinya. Kedua data tersebut disajikan dalam grafik yang memperlihatkan jumlah intensitas curah hujan tiap harinya sehingga dapat terlihat pola curah hujan tiap harinya. Perbandingan data untuk stasiun hujan pakem dengan ketinggian diatas 600 meter diatas permukaan laut memiliki beberapa data hujan hasil estimasi lebih sedikit dari pada data hujan pengukuran stasiun.

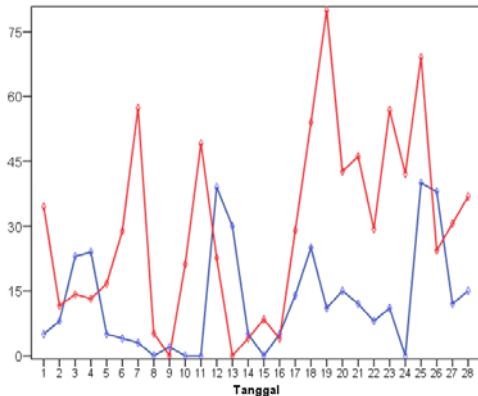


Nilai data *Overestimate* dan *Underestimate* kemungkinan dapat terjadi akibat adanya beberapa hal yang akan di dikaji seperti pengaruh suhu dan ketinggian. Namun pengaruh lain pada data stasiun hujan seperti waktu pencatatan, validitas informasi, kondisi alat menjadi pertimbangan penting. Untuk data hujan estimasi dalam prosesnya perlu diperhatikan seperti kolokasi dan regresi yang digunakan dalam tranformasi curah hujan, faktor angin, dan ketinggian awan.



Kemungkinan lain berupa penyeleksian data kecerahan suhu terhadap kaitanya dengan awan yang berpotensi hujan. Awan akan berpotensi hujan apabila dilihat dari hukum fisika proses perubahan bentuk uap menjadi butiran kristal es dapat terjadi pada suhu $273^{\circ} \text{ Kelvin}$, maka awan yang memiliki suhu lebih dari $273^{\circ} \text{ Kelvin}$ tidak akan berpotensi hujan. Seperti diketahui bahwa pembentukan awan di daerah beriklim tropis sangatlah bervariasi. Pertumbuhan awan dapat terjadi pada suhu $> 0^{\circ} \text{ Celcius}$ akibat pengangkatan udara oleh pemanasan yang kuat. Pada lintang menengah untuk daerah tropis pertumbuhan awan dapat terjadi akibat *front* atau

bertemunya udara panas dengan udara dingin.



Penyeleksian suhu untuk awan berpotensi hujan dirasa masih kurang disamping menentukan inti kondensasi awan perlu menentukan ketinggian awan waktu dan bentuk awan. Ketinggian awan berpengaruh pada jarak tempuh jatuhnya hujan sampai ke permukaan bumi.

Perolehan data hujan lapangan pun harus dikoreksi kembali. Data hujan yang didapat di lapangan diperoleh berbeda-beda dari kondisi alat dan lokasi. Alat pencatatan hujan masih banyak alat pencatat manual dan masih sedikitnya alat pencatat otomatis dengan kondisi alat yang berbeda-beda. Lokasi keberadaan alat juga mempengaruhi hasil data hujan yang tercatat. Perbedaan jam dan pencatat untuk alat manual dapat mempengaruhi hasil yang diperoleh.

Perolehan data curah hujan dari estimasi data TRMM dan MTSAT memiliki hasil cenderung *overestimate*. *Overestimate* tersebut sangat nampak terlihat bahwa jumlah intensitas hujan pada lokasi yang sama setelah

dibandingkan dengan data stasiun hujan. Hasil *overestimate* tersebut diasumsikan bahwa adanya pengaruh dari faktor perhitungan maupun variable yang mempengaruhi hujan sendiri seperti unsur cuaca dan fenomena awan.

Transformasi untuk menghasilkan data hujan diasumsikan perlu untuk menambahkan nilai titik beku inti kondensasi awan untuk menyeleksi nilai kecerahan awan yang digunakan untuk transformasi. Variabel lain berupa unsur cuaca berupa kelembapan dan angin kemungkinan sangat mempengaruhi data transformasi curah hujan. Angin dapat mempengaruhi arah gerak, bentuk awan dan volume awan. Volume awan sendiri mempengaruhi jumlah uap air di awan.

Ketinggian awan berpotensi turun hujan pun perlu diperhatikan. Analisis hubungan data hujan dengan data ketinggian dan data suhu di atmosfer memiliki kesimpulan sebagai berikut, yakni: semakin turun suhu awan maka semakin tinggi ketinggian awan dan jumlah intensitas hujan yang dihasilkan akan semakin tinggi. Analisis di permukaan bumi dari data stasiun memiliki nilai hubungan yang sama dengan analisis data hujan di awan.

KESIMPULAN

1. Data citra satelit Geostasioner dan Orbit polar dapat menyajikan data hujan dengan cara membuat persamaan antara suhu dan intensitas hujan di awan untuk transformasi data hujan

2. Perbandingan antara data hujan memiliki hasil overestimate untuk data hasil estimasi citra TRMM dan MTSAT data estimasi memiliki curah hujan yang lebih tinggi dibandingkan data curah hujan lapangan
3. Suhu udara dipermukaan memiliki pengaruh terhadap tinggi rendahnya intensitas hujan yang tercatat pada stasiun hujan. Suhu semakin rendah maka curah hujan semakin tinggi semakin tinggi pula ketinggian

DAFTAR PUSTAKA

- Alder, R., dan A.J.Negri, 1988, *A satellite infrared technique to estimate tropical convective and stratiform rainfall*. J.appl.meteor.27.30-51
- Adler, R. F., and R. A. Mack, 1984: *Thunderstorm cloud height-rainfall rate relations for use with satellite rainfall estimation techniques*. J. ClimateAppl. Meteor., **23**, 280-296.
- Arief S. et al (2008). *Aplikasi Satelit TRMM untuk Prediksi Curah Hujan Wilayah Indonesia*. Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim-LAPAN.
- Arkin, P. A., 1979: *The relationship between fractional coverage of high cloud and rainfall accumulations during GATE over the Bscale array*. Mon. Wea. Rev., **106**, 1153-1171.
- Arkin, P. A., and B. N. Meisner, 1987: *The relationship between large-scale convective rainfall and cold cloud over the Western Hemisphere during 1982-84*. Mon. Wea. Rev., **115**, 51-74.
- Asdak, C. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, UGM.
- Aljabaro, R. 2007. *Estimasi Curah Hujan Menggunakan Data Satelit Geostasioner*. Tugas Akhir. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Ansari. 2008. *Konsep Dasar Klimatologi. Pelatihan Pemanfaatan Informasi Iklim*. Pusat Penelitian Teh dan Kina. Gambung :Kebun Panglejar.
- Bayong Tj. HK, 2004. *Klimatologi*, Penerbit ITB, Bandung
- Barrett, E. C., 1970: *The estimation of monthly rainfall from satellite data*. Mon. Wea. Rev., **98**, 322-327.
- Bowman, Yang Hong, Erich F. Stocker, David B. Wolff (2006). *"The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA): Quasi Global, Multiyear, Combined-Sensor Precipitation Estimates at Fine Scale."* Journal of Hydrometeorology 8 (February 2007): 38 - 55.
- Carleton, A. M. (1991). *Satellite Remote Sensing in Climatology*. London, Belhaven Press.
- Donald P. Schwab, *Research Methods for Organizational Studies, Second Edition* (New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 2005)
- Dittberner, G. J., and T. H. Vonder Haar, 1973: Large scale precipitation estimates using satellite data; application to the Indian Monsoon. Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. B, **21**, 317-334.
- Griffith, C. G., W. L. Woodley, P. G. Grube, D. W. Martin, J. Stout, and D. N.

- Sikdar, 1978: *Rain estimation from geosynchronous satellite imagery - Visible and infrared studies*. Mon. Wea. Rev., 106, 1153-1171.
- Irena. Y. 2007. *Estimasi Curah Hujan dengan Penginderaan Jauh untuk Memodelkan Konsep Curah Hujan-runoff di bagian Atas Basin Blue Nile*. Institut Teknologi Bandung
- Jobard, I., 2001. *Status of Satellite Retrieval of Rainfall at Different Scales using Multi-source data, MEGHA-TROPIQUES 2nd Scientific Workshop, 2-6 July 2001*, Paris, France.
- Handoko, (Ed), 1994. *Klimatologi Dasar*. Pustaka Jaya, Jakarta.
- Kummerow, C., W. Barnes, T. Kozu, J. Shiue, and J. Simpson, 1998: *The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) sensor package*. J. Atmos. Oceanic Technol., **15**, 809-817.
- Griffith, C. G., W. L. Woodley, P. G. Grube, D. W. Martin, J. Stout, and D. N.
- Kuligowski, R. (2003). "Remote Sensing in Hydrology." Retrieved 4 November 2007, from http://www.weather.gov/iao/InternationalHydrologyCourseCD1/1029/wmo_bk.ppt.
- Kidder, S.Q. and Haar, T.H.V., 1995. *Satellite Meteorology: An Introduction*. Academic Press, 466pp.0124064302
- Lillesand, Kiefer. 1990. *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley & Sons. Inc New York.
- Levizzani V, A. R., Meneguzzo F (2002). "A review of satellite-based rainfall estimation methods." Retrieved 2 May 2008, from [http://www.isac.cnr.it/~meteosat/pers/MUSIC-Rep-Sat-Precip-6.1.pdf](http://www.isac.cnr.it/~meteosat/papers/MUSIC-Rep-Sat-Precip-6.1.pdf).
- Marzano, F.S., Cimini, D., Coppola, E., Verdecchia, M., Levizzani, V., Tapiador, E. and Turk, F.J., 2005. *Satellite Radiometric Remote Sensing of Rainfall Fields: Multi-sensor Retrieval Techniques at Geostationary Scale*. Advances in Geosciences, 2: 267-272
- Mardiyanto, 2009. *Estimasi Curah Hujan dengan Penginderaan Jauh untuk Memodelkan Konsep Curah Hujan-Runoff*. ITC-UGM. Fakultas Geografi
- Maathuis, B. H. P., A.S.M Gieske, V. Resios, B.V Leeuwen, C.M. Mannaerts, J.H.M Hendrikse (2006). *Meteosat-8: From temperature to rainfall. ISPRS Commission VII Mid-term symposium "Remote sensing: from pixel to processes"*, Enschede, The Netherlands
- Prabowo. 2009. *Geostationary Satellite Based Rainfall Estimation for Hazard Studies and Validation: A case study of Java Island, Indonesia*. Thesis. Double Degree M.Sc. Programme Gadjah Mada University International Institute For Geo-Information Science And Earth Observation
- Regariana, C.M., 2004. *Atmosfer (Cuaca dan Iklim)*. modul GEO.X.04
- Sutanto, 1992. *Penginderaan Jauh Jilid I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sandy, I. M. 1987. *Iklim Regional Indonesia*. Jakarta :Jurusan Geografi Fakultas MIPA Universitas Indonesia.
- Strangeways, I. (2007). *Precipitation*

Theory, Measurement and
Distribution. Cambridge,
Cambridge University Press.

Syahputra, 2008. *Kajian korelasi rain-rates
dan temperatur puncak awan
dalam estimasi curah hujan dengan
menggunakan data satelit
geostasioner dan TRMM.*
ITB.Bandung

Sarwono, 2006. *Teori Analisis Korelasi*
[http://www.jonathansarwono.info/k
orelasi/korelasi.htm](http://www.jonathansarwono.info/korelasi/korelasi.htm)

Robert Ho, *Handbook of Univariate and
Multivariate Data Analysis and
Interpretation with SPSS (Boca
Raton: Chapman & Hall/CRC,
2006) p. 184.*